

## PROGETTO E PIANO DELLE ATTIVITÀ

### □ TITOLO DEL PROGETTO DI RICERCA:

PROPAGAZIONE DEL FRONTE ESTENSIONALE POST-OROGENICO NEL DOMINIO ASSIALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE: VINCOLI CINEMATICI.

### □ TUTOR PROPONENTE:

PROF. GIANLUCA VIGNAROLI

### □ BASE DI PARTENZA SCIENTIFICA ED OBIETTIVI

Il presente progetto di ricerca vuole investigare lo stile di deformazione e la cinematica delle strutture tettoniche che controllano l'assetto della zona assiale dell'Appennino Settentrionale, con particolare riferimento alle strutture prodottesi in un contesto di tettonica estensionale post-orogena.

L'estensione post-orogena è comunemente riconosciuta come un meccanismo tettonico che opera principalmente nel dominio interno (hinterland) delle catene a pieghe e sovrascorrimenti. A livelli crostali fragili, le strutture post-orogeniche riorganizzano l'intero impilamento di falde, ridefiniscono la configurazione strutturale e morfologica della catena orogena e creano condizioni per l'accumulo di georisorse (migrazione di fluidi) o la localizzazione di pericolosità di origine naturali (sismicità). Durante l'evoluzione tettonica del segmento orogenico, dal suo ispessimento al suo smantellamento, il fronte della deformazione estensionale può migrare dal dominio di hinterland alla zona assiale della catena, contemporaneamente alla propagazione del fronte compressivo verso il foreland. In questo modello concettuale di ricorrenza della coppia compressione-estensione in un orogene, le strutture estensionali più giovani si attivano man mano che ci si sposta dall'entroterra verso la zona assiale di una catena, riducendo progressivamente la loro sistematicità, la distribuzione spaziale e il loro rigetto cumulato. Idealmente, le strutture estensionali presenti nella zona assiale della catena dovrebbero essere non pervasive e non in grado di rielaborare completamente l'impilamento originale delle falde.

L'Appennino Settentrionale rappresenta un classico esempio di orogene a pieghe e sovrascorrimenti caratterizzato dalla progressiva propagazione del fronte compressivo verso il foreland (Pianura Padana e Mare Adriatico) ed attivazione del regime estensionale nelle regioni dell'hinterland (Mare Tirreno). Sebbene esistano molti studi dedicati alla definizione della deformazione compressiva nella parte frontale o della deformazione estensionale nell'entroterra, la parte assiale della catena è stata finora scarsamente indagata dal punto di vista strutturale, e attualmente mancano vincoli sulla cinematica delle strutture e sulla loro età di attivazione. In particolare, per il settore dell'Appennino tosco-emiliano compreso tra il Bacino di Pistoia-Firenze e il Fronte Pedepenninico (margine tra la catena esposta e la Pianura Padana), l'assetto tettonico risulta non completamente definito: da un lato la cartografia geologica ufficiale mostra una grana strutturale composta principalmente da strutture con cinematica compressiva; dall'altro, la sismicità mostra un'importata stato tensionale localizzato lungo lo spartiacque della catena, con eventi sismici di magnitudo superiore a 3 e meccanismo focale estensionale. Inoltre, resta ancora dibattuta la natura tettonica (compressiva o estensionale) di alcuni bacini Plio-Quaternari intramontani (ad esempio, il Bacino del Mugello) e le loro relazioni strutturali-stratigrafiche con le unità di substrato deformate.

Il presente progetto di ricerca prevede lo studio geologico-strutturale in chiave moderna e multiscalare di un tratto dell'Appennino tosco-emiliano nel settore compreso tra il Bacino di Pistoia-Firenze e il Fronte Pedepenninico. Il progetto si basa su un approccio geologico strutturale di caratterizzazione cinematica delle principali strutture deformative mappabili lungo una sezione orientata SO-NE, trasversale rispetto all'orientazione della grana strutturale della catena. La sezione consentirà di analizzare le strutture che deformano differenti settori tettono-stratigrafici dell'Appennino Settentrionale (Dominio Toscano, Dominio Ligure, Dominio Umbro-Marchigiano). L'obiettivo principale è documentare i vincoli cinematici e lo stile deformativo che caratterizzano l'assetto strutturale dell'edificio tettono-stratigrafico, al fine di mappare la localizzazione del fronte estensionale nel settore assiale della catena.

Si prevede il conseguimento dei seguenti risultati:

- fornire un inquadramento geologico-strutturale del settore dell'Appennino tosco-emiliano;
- vincolare nello spazio e nel tempo l'avanzamento del fronte estensionale;
- raffinare il contesto sismotettonico del dominio assiale dell'Appennino Settentrionale;
- sviluppare una metodologia di studio per l'analisi della deformazione non pervasiva in settori assiali di catena.

## ▣ **ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO E TEMPI DI REALIZZAZIONE**

Per la produzione di ulteriori elementi geologici utili ad una dettagliata valutazione dello stile della deformazione nel settore dell'Appennino tosco-emiliano, sono previste le seguenti attività di ricerca:

- 1) revisione critica del dataset tettonico-strutturale e morfotettonico dell'area di studio;
- 2) lavoro di terreno a scala di dettaglio congrua con la persistenza delle strutture tettoniche;
- 3) analisi strutturale e caratterizzazione cinematica delle principali faglie;
- 4) campionamento di mineralizzazioni sin-tettoniche lungo le principali superfici di faglia.

Questo studio geologico-strutturale definirà la base scientifica per un approccio multidisciplinare che includerà

- a) l'analisi alla microscala delle strutture di deformazione su sezioni sottili orientate parallelamente alla direzione di scivolamento delle superfici di faglia;
- b) l'analisi chimica (isotopi stabili di  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$ ) delle mineralizzazioni sin-tettoniche (vene di calcite, slickenlines e slickenfibers) che decorano le superfici di faglia al fine di vincolare l'origine dei fluidi (meteorica o groundwater) che circolavano attraverso le strutture attive;
- c) la datazione geocronologica (mediante il metodo U-Th) delle stesse mineralizzazioni per fornire vincoli temporali assoluti sull'attivazione o riattivazione delle strutture tettoniche.

L'articolazione del progetto è congrua con un periodo temporale di 12 mesi, sebbene si intenda considerare la possibilità di una estensione a 24 mesi al fine di valorizzare il lavoro con la completa pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche internazionali.

## ▣ **PROGRAMMA FORMATIVO (O PIANO DI ATTIVITÀ) DELL'ASSEGNISTA**

Nella prima fase del progetto (mese 1), l'assegnista svolgerà una revisione critica del dataset tettonico-strutturale e morfotettonico dell'area di studio.

In seguito (mesi 2-6), l'assegnista avrà modo di costruire un dataset strutturale lavorando contemporaneamente a più tecniche geologico-strutturali e morfotettoniche sulle strutture e sulle forme geologiche affioranti lungo la sezione oggetto di studio. In questa fase, l'assegnista imparerà e affinerà le tecniche di lavoro strutturale di terreno mirate all'analisi ed allo studio dei processi deformativi attivi nel carapace fragile della crosta terrestre ed imparerà a generare ed applicare i vincoli rigorosi e quantitativi generati dall'approccio proposto. In particolare, l'analisi strutturale prevederà la definizione dei vincoli cinematici e le direttrici di estensione delle strutture post-orogeniche analizzate.

Contemporaneamente alle attività sul terreno e successivamente ad esse (mesi 4-10), l'assegnista creerà una selezione di campioni di mineralizzazioni sin-tettoniche rappresentative del processo di interazione fluido-roccia durante le fasi di fagliazione e potrà dedicarsi a differenti attività laboratoriali. Tra queste ultime, l'assegnista lavorerà nell'ambito della caratterizzazione microstrutturale della deformazione tramite l'analisi tessiturale (anche con catodoluminescenza) delle zone di faglia e delle mineralizzazioni associate. Quindi, potrà (anche in prima persona) lavorare all'analisi isotopica delle mineralizzazioni sotto la supervisione di colleghi afferenti ad altri Enti di Ricerca; nonché gestire il dataset geocronologico derivante dalle analisi U-Th.

L'assegnista avrà la possibilità di confrontarsi e di collaborare sia con i componenti del gruppo di geologia strutturale a quale afferisce il proponente di questo progetto e che già lavorano con continuità alla tematica della deformazione in Appennino Settentrionale, sia con ricercatori di altre sedi (italiane e straniere) con i quali esistono avviati rapporti di collaborazione scientifica. In particolare, si prevede di collaborare con

l'Istituto di Geologia Ambientale e Geocronologia (CNR) per la caratterizzazione geochemica delle mineralizzazioni e con l'Università di Taiwan per l'analisi geocronologica.  
Durante tutta la durata del progetto, è prevista la partecipazione dell'assegnista a conferenze internazionali e la realizzazione/preparazione di pubblicazioni per riviste scientifiche internazionali per la divulgazione dei risultati ottenuti.